

## **PREDIKSI KONSUMSI LISTRIK DI KOTA MAKASSAR MENGGUNAKAN PEMODELAN SISTEM DINAMIS**

**Megasari Kurnia\***

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

**Muhammad Rusman**

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

**Wahyu Aditya**

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

**Astrina**

Teknik Industri, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

\*E-mail korespondensi: msarikurnia@gmail.com

### **ABSTRAK**

*Listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar yang memiliki peran vital bagi kehidupan manusia dalam menjalankan aktivitasnya. Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan nasional dan penduduk membuat kebutuhan akan listrik untuk berbagai sektor dari tahun ke tahun tentunya mengalami kenaikan. Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah model yang dapat menggambarkan kondisi kenaikan kebutuhan listrik di Makassar, salah satu diantaranya yaitu dengan menggunakan pemodelan sistem dinamis. Sistem dinamis merupakan suatu metodologi untuk memahami berbagai masalah kompleks. Metode ini mempelajari masalah dengan sudut pandang sistem, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan suatu perilaku tertentu. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan ke dalam model-model matematik yang selanjutnya dengan bantuan komputer digital disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan sistem dinamis terkait dengan prediksi konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063. Model sistem yang dibuat berbentuk stock flow diagram yang mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya peningkatan konsumsi listrik yang ada di Kota Makassar. Tentunya dengan adanya penelitian lebih lanjut tentang jumlah konsumsi listrik dimasa mendatang di Kota Makassar dapat membuat pihak perusahaan dalam hal ini PT. PLN Persero memiliki kesiapan untuk mempersiapkan sarana dan pra sarana penunjang untuk merealisasikan kebutuhan masyarakat akan listrik.*

**Kata Kunci:** Pemodelan, Sistem Dinamis, Kebutuhan Listrik

### **ABSTRACT**

*Electricity is one of the basic needs that has a vital role for human life in carrying out its activities. Along with the increase in national and population growth, the need for electricity for various sectors has certainly increased from year to year. Therefore, it is necessary to create a model that can describe the condition of increasing electricity demand in Makassar, one of which is by using dynamic system modeling. System dynamics is a methodology for understanding complex problems. This method studies problems from a system point of view, where the elements of the system interact with each other in a feedback relationship to produce a certain behavior. The interactions in this structure are translated into mathematical models which are then simulated*

with the help of a digital computer to obtain historical behavior. In this study, dynamic system modeling will be carried out related to the prediction of electricity consumption in Makassar City until 2063. The system model created is in the form of a stock flow diagram which considers several factors that influence the increase in electricity consumption in Makassar City. Of course, with further research on the amount of electricity consumption in the future in Makassar City, the company, in this case PT. PLN Persero has the readiness to prepare supporting facilities and pre-facilities to realize the community's need for electricity.

**Keywords:** Modeling, Dynamic Systems, Electricity Requirements

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang berkembang begitu cepat di segala sektor membawa konsekuensi dalam hal peningkatan kebutuhan listrik. Listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar yang memiliki peran vital bagi kehidupan manusia dalam menjalankan aktivitasnya. Penggunaan listrik mencakup hampir semua aspek kehidupan manusia mulai dari sebagai sumber utama dalam penerangan di malam hari hingga sebagai penunjang perangkat elektronik seperti ponsel, komputer dan lain sebagainya.

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan nasional dan penduduk membuat kebutuhan listrik untuk berbagai sektor dari tahun ke tahun tentunya mengalami kenaikan. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), terjadi peningkatan jumlah pelanggan listrik dari tahun 2013 – 2015 yang awalnya 304.088 pelanggan menjadi 335.190 pelanggan (Kadir, 2020). Tentunya peningkatan pelanggan dari tahun ke tahun membuat tingkat konsumsi listrik juga bertambah. Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah model yang dapat menggambarkan kondisi kenaikan kebutuhan listrik di Makassar, salah satu diantaranya yaitu dengan menggunakan pemodelan sistem dinamis.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan sistem dinamis terkait dengan prediksi konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah konsumsi listrik masyarakat di Kota Makassar hingga tahun 2063 berdasarkan pemodelan sistem. Model sistem yang dibuat berbentuk stock flow diagram yang mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya peningkatan konsumsi listrik yang ada di Kota Makassar. Tentunya dengan adanya penelitian lebih lanjut tentang jumlah konsumsi listrik dimasa mendatang di Kota Makassar dapat membuat pihak perusahaan dalam hal ini PT PLN Persero memiliki kesiapan untuk mempersiapkan sarana dan pra sarana penunjang untuk merealisasikan kebutuhan masyarakat akan listrik.

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan studi pustaka yang mana data penelitian diperoleh dari data sekunder yang bersumber dari jurnal ilmiah dan buku. Data tersebut kemudian digunakan untuk membangun sebuah model simulasi berkaitan dengan prakiraan konsumsi listrik yang ada di Kota Makassar dengan menggunakan *software* Vensim PLE. Batasan model yang dibangun pada penelitian ini yaitu jangka waktu model prakiraan.

### a. Pemodelan dan Sistem Dinamis

Model merupakan representasi dari sistem nyata, suatu model dikatakan baik bila perilaku model tersebut dapat menyerupai sistem sebenarnya dengan syarat tidak melanggar prinsip-prinsip berfikir sistem. Membangun suatu model sangat dipengaruhi oleh subjektivitas seseorang atau organisasi, maka perlu adanya penyempurnaan yang dilakukan secara terus-menerus dengan menggali informasi dan potensi yang relevan (Axella & Erma, 2012).

Sistem dinamis merupakan suatu metodologi untuk memahami berbagai masalah kompleks. Metode ini dikembangkan oleh Jay W. Forrester dari MIT dengan nama *Industrial Dynamics* pada tahun 1959, dengan menempatkan masalah-masalah dalam sistem usaha sebagai topik utama. Pada perkembanganselanjutnya, topik bahasannya meluas meliputi berbagai masalah sistem

sosial, dan namanya disesuaikan menjadi sistem dinamik. Metode Sistem Dinamis mempelajari masalah dengan sudut pandang sistem, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan suatu perilaku tertentu. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan ke dalam model-model matematik yang selanjutnya dengan bantuan komputer digital disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya (Wirabhuana, 2009).

#### **b. Causal Loop Diagram**

*Causal Loop Diagram* (CLD) adalah diagram sebab akibat yang membantu dalam memvisualisasikan bagaimana variabel-variabel yang berbeda dalam suatu sistem yang saling terikat. Diagram ini terdiri dari *node* dan tepi, *node* itu mewakili variabel dan tepi adalah link yang mewakili koneksi atau hubungan antara dua variabel. Terdapat dua hubungan yaitu hubungan sebab akibat positif dan hubungan sebab akibat negatif. Dikatakan hubungan sebab akibat positif ketika dua *node* berubah ke arah yang sama. Sebuah hubungan sebab akibat negatif ketika dua *node* berubah ke arah yang berlawanan (Anggraini & Alfi, 2019)

#### **c. Stock Flow Diagram**

*Stock and Flow Diagram* (SFD) merupakan sebuah diagram yang merepresentasikan sebuah sistem dengan menggunakan dua komponen utama yaitu stok dan aliran yang mempengaruhi stok tersebut. Terdapat 4 variabel yang membangun *stock flow*, meliputi: *rate*, *auxiliary*, *level*, *source/link* (Shofa & Wahyu, 2018).

*Rate* merupakan satu-satunya variabel dalam model yang dapat mempengaruhi level. *Auxiliary* adalah beberapa hal yang dapat melengkapi *variable stock* dan aliran, dalam memodelkan sistem dinamik. *Level* merupakan akumulasi di dalam sistem yang menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. *Source/sink* adalah rangkaian komponen-komponen diluar batasan model yang dibuat dan terminasi sistem disebut juga dengan *sink*.

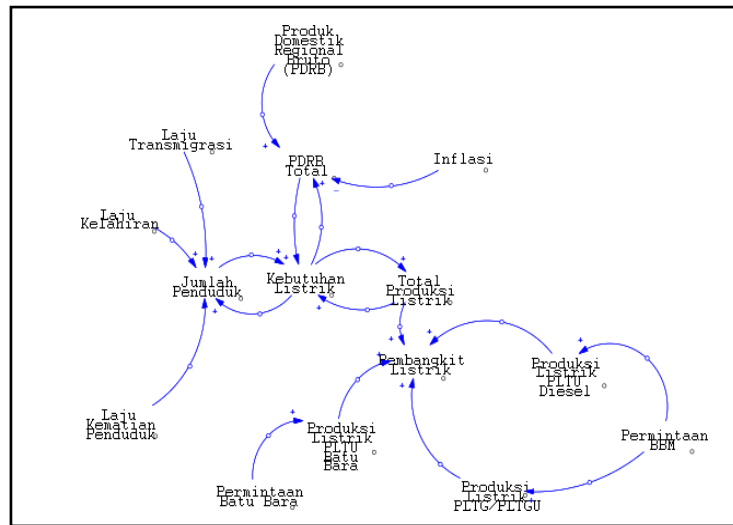
### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kota Makassar merupakan ibu kota dari Provinsi Sulawesi Selatan yang awalnya bernama Ujung Pandang. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, Kota Makassar memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.432.189 jiwa. Jumlah penduduk yang cukup tinggi di Kota Makassar menjadi sebuah tantangan bagi pemerintah dalam kaitannya pemenuhan kebutuhan listrik, baik untuk sektor rumah tangga, industri dan manufaktur. Data BPS menunjukkan bahwa terjadi kenaikan pengguna listrik di Kota Makassar dari tahun ke tahun dengan rata-rata 6% pertahunnya (Wildan, 2019).

Secara umum, Kota Makassar memang mendapat pasokan listrik dari beberapa area yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara dan Sulawesi Barat melalui beberapa pembangkit listrik yang ada sehingga kekurangan akan listrik jarang terjadi di Kota Makassar. Meskipun demikian, dengan peningkatan jumlah pengguna listrik di Kota Makassar yang setiap tahunnya bertambah, perlu dilakukan kajian khusus terkait dengan prediksi kebutuhan listrik untuk masyarakat yang ada di Kota Makassar hingga tahun 2063 mendatang untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan pasokan listrik.

#### **a. Causal Loop Diagram Kebutuhan Listrik**

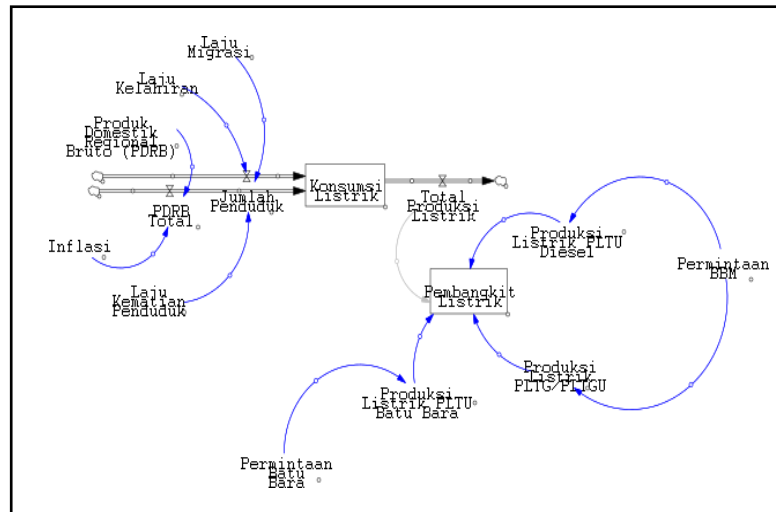
*Causal Loop Diagram* dengan menggunakan model sistem dinamis dibentuk dengan memperhatikan faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kebutuhan listrik di Kota Makassar. Setelah dikaji lebih mendalam, adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan listrik di Kota Makassar yaitu jumlah penduduk, pembangkit listrik, laju transmigrasi penduduk dan beberapa faktor lainnya yang secara rinci terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Causal Loop Diagram untuk Prediksi Kebutuhan Listrik di Kota Makassar

**b. Stock Flow Diagram Kebutuhan Listrik**

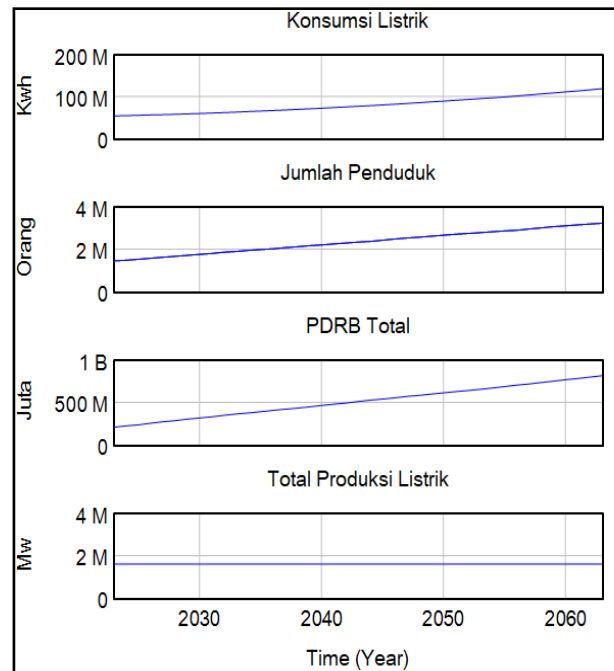
Pada *stock flow diagram* untuk prediksi konsumsi listrik di atas mempertimbangkan variabel-variabel yang dapat mempengaruhi konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063 dapat dilihat pada Gambar 2. Adapun dari variabel-variabel tersebut akan saling berinteraksi dan saling mempengaruhi satu sama lain. Data terkait dengan variabel-variabel tersebut diperoleh dari data historis ataupun rata-rata, kemudian dari data tersebut akan dicari distribusi yang mewakilinya dengan menggunakan fitur *input analyzer* pada *software* Arena.



Gambar 2. Stock Flow Diagram untuk Prediksi Konsumsi Listrik di Kota Makassar

**c. Hasil Simulasi**

Hasil simulasi untuk prediksi konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063 menunjukkan hasil positif. Konsumsi Listrik di Kota Makassar akan terus meningkat hingga tahun 2063 dimana pada tahun tersebut jumlah konsumsi listrik di Kota Makassar mencapai 119.087.000 Kwh. Berdasarkan hasil simulasi untuk prediksi konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063 dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Prediksi Konsumsi Listrik di Kota Makassar

**d. Uji Validitas Data Simulasi**

Uji validitas model dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibuat telah valid atau merepresentasikan sistem nyata. Adapun uji validitas dilakukan dengan membandingkan rata-rata (*mean comparison*) dari hasil simulasi dan sistem nyata, yaitu sebagai berikut:

$$E_1 = \left| \frac{\bar{S} - \bar{A}}{\bar{A}} \right| \times 100\%$$

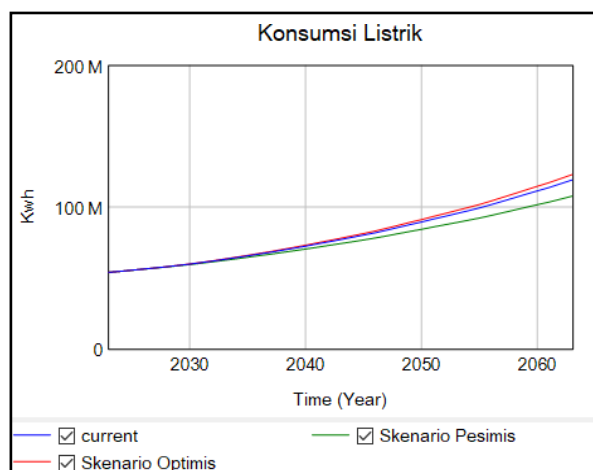
$$E_1 = \left| \frac{54.560.100 - 52.237.035}{52.237.035} \right| \times 100\%$$

$$E_1 = 0,0444 \times 100\% = 4,44\%$$

Berdasarkan uji validasi dengan meninjau dari segi perbandingan rata-rata, diperoleh nilai sebesar 4,434%. Nilai 4,034% < 5%, maka model dinyatakan valid.

**e. Skenario Model**

Skenario model yang akan dibuat terbagi atas 2 jenis, meliputi skenario optimis dan skenario pesimis. Pada skenario model, akan diberikan perlakuan yang berbeda dengan mengasumsikan bahwa akan terjadi kenaikan sebanyak 30% pada variabel Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) Total untuk skenario optimis, dan penurunan sebanyak 30% pada skenario pesimis. PDRB total dipilih sebagai variabel bebas dalam skenario model dikarenakan PDRB memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi listrik.



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Skenario Model Optimis, Pesimis dan *Current*

Pada Gambar 4. menunjukkan perbandingan antara tingkat konsumsi listrik pada kondisi *current* dengan skenario optimis dan pesimis. Tingkat konsumsi listrik dengan skenario optimis diperoleh sebesar 122.899.000 Kwh. Sementara itu, tingkat konsumsi listrik dengan skenario pesimis diperoleh nilai sebesar 107.651.000 Kwh. Nilai optimis dan pesimis tersebut menunjukkan bahwa prediksi minimum dan maksimum untuk konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063 berdasarkan kedua skenario tersebut yaitu berada pada rentang 107.651.000 Kwh sampai 122.899.000 Kwh dengan rata-rata permintaan diangka 119.087.000 Kwh.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil simulasi untuk memprediksi jumlah konsumsi listrik di Kota Makassar hingga tahun 2063 diperoleh kesimpulan bahwa konsumsi listrik dari tahun ke tahun akan terus mengalami peningkatan. Berdasarkan simulasi yang dilakukan, jumlah konsumsi listrik maksimal di Kota Makassar terjadi pada tahun 2063 dengan total konsumsi listrik sebesar 119.087.000 Kwh. Adapun hasil simulasi jika diberikan perlakuan berupa kenaikan dan penurunan tingkat inflasi sebesar 30%, diperoleh total konsumsi listrik untuk skenario optimis yaitu 122.899.000 Kwh serta skenario pesimis sebesar 107.651.000 Kwh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang didukung dana hibah Labo-Base Education (LBE) 2023 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Kami mengucapkan terimakasih kepada semua yang terlibat dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, W., & Alfi, I. (2019). *Penerapan Model Sistem Dinamik Untuk Menganalisis Permintaan dan Ketersediaan Listrik Sektor Rumah Tangga (Studi Kasus: Daerah Istimewa Yogyakarta)*. [Skripsi, Universitas Teknologi Yogyakarta]. <http://eprints.uty.ac.id/3334/>
- Axella, O., & Erma, S. (2012). Aplikasi Model Sistem Dinamik untuk Menganalisis Permintaan dan Ketersediaan Listrik Sektor Industri. *Jurnal Sistem Informasi*, 339-344. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/1039>
- Kadir, N. N. (2020). *Pemodelan Tingkat Konsumsi Listrik Daerah Makassar Menggunakan Analisis Regresi*. [Skripsi, Alauddin Makassar]. <http://repositori.uinalauddin.ac.id/20576/>
- Shofa, M. J., & Wahyu, O. W. (2018). Modal Sumber Daya Air Untuk Kawasan Industri dan Perumahan dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Jurnal REKAVASI*, Vol. 6, No. 2, 117-123. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/rekavasi/article/view/262>

- Wildan. (2019). Estimasi Kebutuhan Daya Listrik di Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2025. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 131-140. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/5173>
- Wirabhuana, A. (2009). *Diktat Kuliah Pengantar Pada Pemodelan Sistem Dinamis*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. <http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/41210/>